

POINM-05205.

DOCU
DOCU
@: una

DETAIL JAPANESE

1. JF

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-043083

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl. G01C 3/06
B60R 21/00
G06T 1/00
G06T 9/20
G08G 1/16

(21)Application number : 06-194974 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

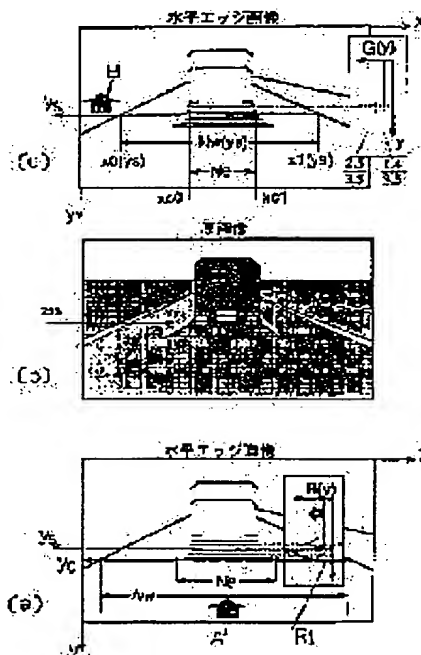
(22)Date of filing : 27.07.1994 (72)Inventor : KANEHARA KAZUHIKO

(54) PRECEDING VEHICLE DETECTION DEVICE AND ACCESS ALARMING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate erroneous detection and to speedily detect a preceding vehicle.

CONSTITUTION: A horizontal edge image (a) is created by performing filter treatment to a forward road image (b). A horizontal edge intensity where the change in the density value of an original image from brightness to darkness direction from the lower portion of the horizontal edge image is reflected is evaluated by $N_e(y)/N_w(y)$ function, a horizontal edge which is regarded as the lower-edge candidate of a preceding vehicle according to whether a function value smaller than a threshold R_t exists or not is extracted, and an upper direction is retrieved from a position coordinate y_0 of the horizontal edge and a coordinate position y_s where the absolute value of the intensity of the horizontal edge is minimized for the first time is detected. Then, it is judged whether the detected edge belongs to the preceding vehicle or not according to the ratio of a horizontal edge width at the upper part of the coordinate position y_s of the edge to the road width at the coordinate y_s , thus surely detecting the preceding vehicle with less erroneous detection.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 4 3 0 8 3

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 C 3/06

Z

B 6 0 R 21/00

6 2 0 Z 8817-3 D

G 0 6 T 1/00

9061-5 H

G 0 6 F 15/62 3 8 0

15/70 3 3 5 Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 3 F D

(全 1 2 頁)

最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-194974

(22) 出願日 平成6年(1994)7月27日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 金原 和彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

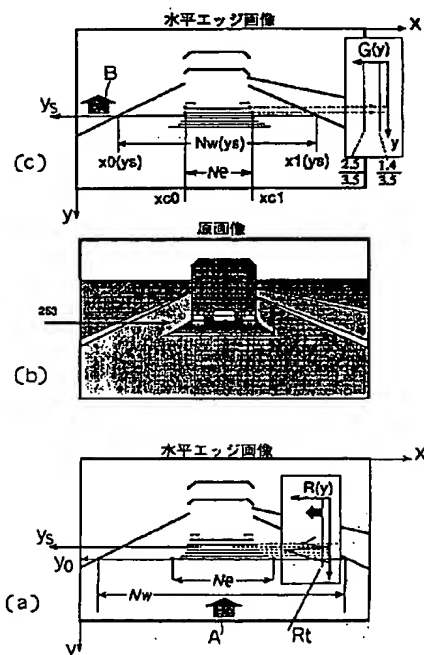
(74) 代理人 弁理士 菊谷 公男 (外3名)

(54) 【発明の名称】 先行車検出装置及び接近警報装置

(57) 【要約】

【目的】 誤検出を無くし、かつ高速に先行車を検出する。

【構成】 前方道路画像 (b) にフィルタ処理を施して水平エッジ画像 (a) を作成する。水平エッジ画像の下から明→暗方向に原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を $N_e(y)$ / $N_w(y)$ の関数で評価し、しきい値 R_t より小さい関数値があるかによって先行車の下端候補とみなせる水平エッジを抽出し、該水平エッジの位置座標 y_0 から、上方向を探索し初めて水平エッジの強度の絶対値が極小となる座標位置 y_s を検出する。そして該エッジの座標位置 y_s からその上方にある水平エッジ幅と座標 y_s における道幅の比によって、検出されたエッジは先行車のものであるかを判定する。これにより誤検出が少なく、先行車が確実に検出される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両に装着され前方道路を撮像する撮像手段と、前方道路原画像にフィルタ処理を施して水平エッジを検出してエッジ画像を生成する水平エッジ検出手段と、上記水平エッジ画像、原画像を保持する記憶手段と、自車走行レーン検出手段と、該自車走行レーンにおいて、原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を縦方向の画像座標 y の所定の関数 $R(y)$ で評価する評価手段と、該評価結果に基づき上記自車走行レーン内の先行車候補とみなせる水平エッジ位置 y_0 を検出する先行車候補検出手段と、該 y_0 を起点として画面上方にて初めてエッジ強度が極小となる座標 y_s を検出する先行車下端位置検出手段と、上記自車走行レーン内に前記座標 y_s 上の原画像濃度値が所定範囲内にあるか否かを判定する濃度判定手段とを備え、該原画像濃度値が所定範囲内であるときに先行車の検出信号を出力することを特徴とする先行車検出装置。

【請求項 2】 車両に装着され前方道路を撮像する撮像手段と、前方道路原画像にフィルタ処理を施して水平エッジを検出してエッジ画像を生成する水平エッジ検出手段と、上記水平エッジ画像、原画像を保持する記憶手段と、自車走行レーン検出手段と、該自車走行レーンにおいて、原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を縦方向の画像座標 y の所定の関数 $R(y)$ で評価する評価手段と、該評価結果に基づき上記自車走行レーン内の先行車候補とみなせる水平エッジ位置 y_0 を検出する先行車候補検出手段と、該 y_0 を起点として画面上方にて初めてエッジ強度が極小となる座標 y_s を検出する先行車下端位置検出手段と、上記自車走行レーン内に前記座標 y_s 上の原画像濃度値が所定範囲内にあるか否かを判定する濃度判定手段と、前記座標 y_s より上方に、幅が所定範囲にある水平エッジの有無を判定する幅判定手段とを備え、上記原画像濃度値が所定範囲内、かつ水平エッジの幅が所定範囲内であるときに先行車の検出信号を出力することを特徴とする先行車検出装置。

【請求項 3】 上記関数 $R(y)$ は、 y により定まる道幅相当画素数と、該道幅内における所定範囲の強度を有する水平エッジ点の個数との比とされることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の先行車検出装置。

【請求項 4】 上記関数 $R(y)$ は、レーンマーカに平行するサーチラインを画像座標系に変換したサーチライン上の水平エッジ強度とされることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の先行車検出装置。

【請求項 5】 上記先行車下端位置検出手段によるエッジ強度極小値の検出は、ある水平エッジの強度値と、当該水平エッジの y 座標前後の水平エッジ強度値との差及び積によって行なうことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の先行車検出装置。

【請求項 6】 上記先行車下端位置検出手段によるエッジ強度極小値の検出は、前記関数 $R(y)$ の値が所定値

以下であるか否かを判断することによって検出することを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 記載の先行車検出装置。

【請求項 7】 上記先行車下端位置検出手段によるエッジ位置 y_s の検出は、過去の先行車候補 y_0 及び y_0 に対する座標 y_s の位置をメモリテーブルに記憶し、検出された y_0 によって該メモリテーブルを参照して検出を行なうことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の先行車検出装置。

【請求項 8】 上記自車走行レーン検出手段は、上記原画像上で白線候補点を検出し、該候補点により決定される白線を所定のパラメータによって記述される近似曲線で近似して自車走行レーンを検出することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の先行車検出装置。

【請求項 9】 上記近似曲線の記述式は、少なくとも a (白線からの距離に相当)、 b (道路曲率に相当)、 c (対道路ヨー角に相当)、 d (道路とカメラのなす角に相当するピッチ角)、 e (道路幅に相当) という 5 つのパラメータを含むことを特徴とする請求項 8 記載の先行車検出装置。

【請求項 10】 上記近似曲線の記述式は、二次式とされることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の先行車検出装置。

【請求項 11】 上記二次式は、 $x = (a + ie)(y - d) + b / (y - d) + c$ (但し、 i は整数とする。) とされることを特徴とする請求項 10 記載の先行車検出装置。

【請求項 12】 上記近似は、最小二乗法で近似することを特徴とする請求項 8 記載の先行車検出装置。

【請求項 13】 車両に装着され前方道路を撮像する撮像手段と、前方道路原画像にフィルタ処理を施して水平エッジを検出してエッジ画像を生成する水平エッジ検出手段と、上記水平エッジ画像、原画像を保持する記憶手段と、自車走行レーン検出手段と、該自車走行レーンにおいて、原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を縦方向の画像座標 y の所定の関数 $R(y)$ で評価する評価手段と、該評価結果に基づき上記自車走行レーン内の先行車候補とみなせる水平エッジ位置 y_0 を検出する先行車候補検出手段と、該 y_0 を起点として画面上方にて初めてエッジ強度が極小となる座標 y_s を検出する先行車下端位置検出手段と、上記自車走行レーン内に前記座標 y_s 上の原画像濃度値が所定範囲内にあるか否かを判定する濃度判定手段と、前記座標 y_s をもとに先行車との概略車間距離を算出する距離算出手段と、車両に装着され先行車との車間距離を測定する測距手段と、自車速を検出する速度検出手段と、上記概略車間距離値、測距手段の測定値、自車速度により先行車への接近状況を判断し警報を発する警報手段とを備えることを特徴とする接近警報装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像処理によって先行車検出を行なう先行車検出装置に関し、とくに高速道路における先行車の検出及びそれを用いて車間距離を計り、先行車に異常接近が発生したとき警報する接近警報装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の先行車検出装置に関しては、例えば、特開平 3 - 2 7 3 5 0 0 号公報に開示されているものがある。このものは、撮像手段によって得られた前方画像より、自車走行領域を認識し、該走行領域において、車両の水平エッジ成分を利用して、水平エッジを探すことを以て車両検出を行なう。また、取付位置の既知のビデオカメラと、その画像内の車両最下端部水平エッジ位置より、車間距離を算出して、自車速によって対先行車間で危険度判断を行ない、そして危険と判定された場合は警報により運転者に注意を促すというシステムである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の先行車検出装置にあっては、先行車の検出は水平エッジの検出に基づいて行なわれるため、路面上には車両のほかに水平エッジが検出される物標が多数存在し、例えば跨道橋の影や、車間距離確認用白線や、道路継ぎ目など暗一明一暗、あるいは、明一暗一明等濃度差が存在し、且つ走行路進行方向に対して略垂直方向に分布してあるから、誤検出が多い。

【0004】そして車間距離は車両最下部水平エッジの画像内位置によって検出するとしているが、車両は、図 16 の (a) で示すように路面上に影 2 5 3 を伴ない、その車両影には濃度階調が存在するために (b) のように車両下部近傍においては影 2 5 3 による複数水平エッジが存在することになり、水平エッジが検出されても、車両最下部水平エッジの特定が困難である。従って、図 1 7 で示すように仮に車両近傍の下端水平エッジから車間距離を演算すると実際の車間距離より短い距離値を出力することになり、例えば接近警報装置に適用した場合、頻繁に警報が発生することにより運転者に違和感を与えかねない。

【0005】上記問題に対する 1 つの対策としては、橋影、道路標識、道路継ぎ目などの水平エッジは道幅いっぱい分布し、また電柱などの路肩静止物の場合は影の水平エッジに静止物の最下部上方のエッジが走行レーン外から分布するという特徴を持っていることから、例えば車両下端部より上方で検出される水平エッジの幅が所定範囲内であること利用しての誤検出防止方法が考えられる。しかしこの場合、水平エッジ幅を実際車幅に変換する際、車両下端座標における道幅が必要となるが、車両近傍の水平エッジ最下端の座標がすなわち車両下端座標たりえないので、新たなに車両下端を特定する手段

が必要となるという問題があった。

【0006】また、画像の下端の水平エッジの周辺において原画像内で車線内濃度値が車両影として認識し得る低い濃度値を有することから、濃度値で道路標識、継ぎ目等による誤検出を防止するというアルゴリズムを考えた場合、車線内のどこを参照したらよいのかが分からないため、効率が非常に低い。従ってこの場合は影として十分低い濃度値が得られるのかが特定されないという問題もあった。この発明は、上記問題点を鑑み、誤検出を無くし、より精度の高い先行車検出装置を提供し、またこれを用いて接近警報装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】このため請求項 1 記載の本発明は、図 1 で示すように、車両に装着され前方道路を撮像する撮像手段 1 と、前方道路原画像にフィルタ処理を施して水平エッジを検出してエッジ画像を生成する水平エッジ検出手段 2 と、上記水平エッジ画像、原画像を保持する記憶手段 3 と、自車走行レーン検出手段 4

と、該自車走行レーンにおいて、原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を縦方向の画像座標 y の所定の関数 $R(y)$ で評価する評価手段 5 と、該評価結果に基づき上記自車走行レーン内の先行車候補とみなせる水平エッジ位置 y_0 を検出する先行車候補検出手段 6 と、該 y_0 を起点として画面上方にて初めてエッジ強度が極小となる座標 y_s を検出する先行車下端位置検出手段 7 と、上記自車走行レーン内に前記座標 y_s 上の原画像濃度値が所定範囲内にあるか否かを判定する濃度判定手段 8 とを備え、該原画像濃度値が所定範囲内であるときに先行車の検出信号を出力するものとした。

【0008】請求項 2 記載の発明は、車両に装着され前方道路を撮像する撮像手段 1 と、前方道路原画像にフィルタ処理を施して水平エッジを検出してエッジ画像を生成する水平エッジ検出手段 2 と、上記水平エッジ画像、原画像を保持する記憶手段 3 と、自車走行レーン検出手段 4 と、該自車走行レーンにおいて、原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を縦方向の画像座標 y の所定の関数 $R(y)$ で評価する評価手段 5 と、該評価結果に基づき上記自車走行レーン内の先行車候補とみなせる水平エッジ位置 y_0 を検出する先行車候補検出手段 6 と、該 y_0 を起点として画面上方にて初めてエッジ強度が極小となる座標 y_s を検出する先行車下端位置検出手段 7 と、上記自車走行レーン内に前記座標 y_s 上の原画像濃度値が所定範囲内にあるか否かを判定する濃度判定手段 8 と、前記座標 y_s より上方に、幅が所定範囲にある水平エッジの有無を判定する幅判定手段 9 とを備え、上記原画像濃度値が所定範囲内、かつ水平エッジの幅が所定範囲内であるときに先行車の検出信号を出力するものとした。

【0009】請求項 3 記載の発明は、上記関数 $R(y)$

は、 y により定まる道幅相当画素数と、道該幅内における所定範囲の強度を有する水平エッジ点の個数との比とされるものとした。請求項 4 記載の発明は、上記関数 $R(y)$ は、レーンマーカに平行するサーチラインを画像座標系に変換したサーチライン上の水平エッジ強度とされるものとした。請求項 5 記載の発明は、上記先行車下端位置検出手段によるエッジ強度極小値の検出は、ある水平エッジの強度値と、当該水平エッジの y 座標前後の水平エッジ強度値との差及び積によって行なうものとした。請求項 6 記載の発明は、上記先行車下端位置検出手段によるエッジ強度極小値の検出は、前記関数 $R(y)$ の値が所定値以下であるか否かを判断することによって検出するものとした。請求項 7 記載の発明は、上記先行車下端位置検出手段によるエッジ位置 y_s の検出は、過去の先行車候補 y_o 及び y_o に対する座標 y_s の位置をメモリーテーブルに記憶し、検出された y_o によって該メモリーテーブルを参照して検出を行なうものとした。

【0010】請求項 8 記載の発明は、上記自車走行レーン検出手段 5 は、上記原画像上で白線候補点を検出し、該候補点により決定される白線を所定のパラメータによって記述される近似曲線で近似し自車走行レーンを検出するものとした。請求項 9 記載の発明は、上記近似曲線の記述式は、少なくとも a (白線からの距離に相当)、 b (道路曲率に相当)、 c (対道路ヨー角に相当)、 d (道路とカメラのなす角に相当するピッチ角)、 e (道路幅に相当) という 5 つのパラメータを含むものとした。請求項 10 記載の発明は、上記近似曲線の記述式は、二次式とされるものとした。請求項 11 記載の発明は、上記二次式は、 $x = (a + ie)(y - d) + b / (y - d) + c$ (但し、 i は整数とする。) とされるものとした。請求項 12 記載の発明は、上記近似は、最小二乗法で近似するものとした。

【0011】請求項 13 記載の発明は、図 2 で示すように、車両前方に装着され前方道路を撮像する撮像手段 1 と、前方道路原画像にフィルタ処理を施して水平エッジを検出してエッジ画像を生成する水平エッジ検出手段 2 と、上記原画像、水平エッジ画像を保持する記憶手段 3 と、自車走行レーン検出手段 4 と、該自車走行レーン上において、原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を縦方向の画像座標 y の所定の関数 R

(y) で評価する評価手段 5 と、該評価結果に基づき上記自車走行レーン内の先行車候補とみなせる水平エッジ位置 y_o を検出する先行車候補検出手段 6 と、該 y_o を起点として画面上方にて初めてエッジ強度が極小となる座標 y_s を検出する先行車下端位置検出手段 7 と、上記自車走行レーン内に前記座標 y_s 上の原画像濃度値が所定範囲内にあるか否かを判定する濃度判定手段 8 と、前記座標 y_s をもとに先行車との概略車間距を算出する距離算出手段 10 と、車両に装着され先行車との車間距離を測定する測距手段 11 と、自車速を検出する速度検出

手段 12 と、上記概略車間距離値、測距手段の測定値、自車速度により先行車への接近状況を判断し警報を発する警報手段 13 とを備えるものとした。

【0012】

【作用】請求項 1 の発明では、前方道路原画像にフィルタ処理を施して水平エッジ画像を作成する。そして水平エッジ画像の下から明→暗方向に原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を所定の関数 R

(y) で評価し、その評価結果によって先行車の下端候補とみなせる水平エッジを抽出し、該水平エッジの位置座標 y_o から、さらに上方向を探索し初めて水平エッジの強度の絶対値が極小となる座標位置 y_s を検出する。そして該エッジの座標位置 y_s から原画像上で所定範囲内に所定濃度値以下の画素の有無によって、検出されたエッジは先行車のものであるかを判定する。これにより誤検出が少なく、先行車が確実に検出される。

【0013】請求項 2 の発明では、請求項 1 の発明に加えて、さらに検出された水平エッジの位置座標 y_s から、原画像上で所定範囲内に水平エッジの有無によって、検出されたエッジは先行車のものであるかを重ねて判定する。先行車の検出がより確実に行なわれる。請求項 3 の発明では、関数 $R(y)$ は道幅に相当する画素数と、該道幅内における所定範囲内の強度を有する水平エッジ点の個数との比として設定される。これにより跨道橋、道路の継ぎ目などによる誤検出が防げる。請求項 4 の発明では、関数 $R(y)$ はレーンマーカに平行するサーチラインを画像座標系に変換したサーチライン上の水平エッジ強度で設定される。これにより水平エッジと垂直方向から水平エッジを探索することができる。

【0014】請求項 5 の発明では、上記先行車下端位置検出手段は、ある y 座標前後の水平エッジ強度値と、該座標における強度値との差及び積によってエッジ強度極小値の検出を行なう。これにより検出値に信頼性が高く、先行車量の検出精度を向上する。請求項 6 の発明では、上記先行車下端位置検出手段は、所定値と前記関数 $R(y)$ の値との比較によってエッジ強度極小値を検出する。これにより画像処理装置の負担が軽減する。請求項 7 の発明では、過去の検出値 y_o 及び y_s をテーブルメモリに記憶し、検出された y_o によりそれを参照することで座標 y_s を検出する。これにより y_s の検出速度が向上する。請求項 8 の発明では、自車走行レーンの検出は、原画像上の白線候補点を所定のパラメータによって記述される近似曲線で近似することによって検出する。これにより検出速度が向上する。

【0015】請求項 9 記載の発明では、上記近似曲線の記述式は、少なくとも a (白線からの距離に相当)、 b (道路曲率に相当)、 c (対道路ヨー角に相当)、 d (道路とカメラのなす角に相当するピッチ角)、 e (道路幅に相当) という 5 つのパラメータを含むから、各レーンマーカの位置を認識することができる。請求項 10

の発明では、二次式を用いて近似曲線を構成する。高速な近似ができる。請求項 11 の発明では、近似曲線を $x = (a + ie)(y - d) + b / (y - d) + c$ (但し、 i は整数とする。) で表現する。高速かつ誤差の少ない近似ができる。請求項 12 記載の発明は、近似曲線を最小二乗法で近似する。近似誤差が最小となる。請求項 13 の発明では、先行車を検出し、その画像上位置から概略車間距離を算出する。その概略車間距離をもとに測距手段から正確な測定値を抽出し、自車速とにより、先行車への接近状況を判断して、警報装置を作動させる。これにより正確な位置測定ができる。

【0016】

【実施例】図 3 は、この実施例の構成を示す。まず車両 20 のフロントウインドウ上部に前方に向けてビデオカメラ 21 が設けられている。このビデオカメラ 21 で車両 20 の前方道路を撮像し、その路面画像はコントローラ 22 に入力され、ここでこの路面画像に画像処理を施して自車走行レーンを検出する。そしてその自車走行レーン内でさらに先行車を検出し、概略車間距離を算出する。

【0017】コントローラ 21 にはさらに車両 20 の前端に設けられたレーザレーダ距離計 23 と前車輪に設けられた車速センサ 24 が接続され、検出値が入力される。レーザレーダ距離計 23 は 3 つのヘッドを有して、それぞれ左 (L)、中央 (C)、右 (R) の 3 方向に所定の指向角を付けられて設置される。各ヘッドはそれぞれの方向にビームを発して先行車を含む物体の距離を検出する。

【0018】コントローラ 21 では、上記概略車間距離をもとにレーザレーダ距離計 23 による 3 つの距離検出値の中から車間距離とされる検出値を選出して採用する。そしてその車間距離と車速センサ 24 の入力値とに基づいて、先行車への接近状況が判断される。その判断結果を受けてそれに接続されている表示装置 25 が相応の警報表示をし運転者に注意を促す。

【0019】次に、この実施例における先行車の検出について説明する。図 4 は、先行車を含む路面画像及びその画像特徴を示す。図 4 において、車両下部には濃度階調を有する車両影が存在する。この車両影に起因しその濃度値の変化を反映した水平エッジ強度は、 y 座標の変化に従い変化し、低い濃度値を示した車両の底部では極小値となる。従って、水平エッジ画像上ではその水平エッジ強度が画面下から初めて極小となる位置が車両の最下端部とみなすことができ、かつ原画像上では濃度値の最も低い位置である。

【0020】走行レーンにおいて、車両近傍の水平エッジの長さの最大値は車両幅を反映した長さとなるため、例えば軽自動車の場合車幅 1.4 m に対し道幅を高速道路を想定して 3.5 m とすれば、水平エッジの長さとは水平エッジが所在の道幅の比 N_e / N_w の比によって、影

が車両のものであるかが分かる。

【0021】従って水平エッジ画像上では、水平エッジ画像の下からエッジ強度を画像座標系上の y の $N_e(y) / N_w(y)$ で評価し、該評価結果に基づいて該走行レーン上で車両候補と考えられる水平エッジを検出することができる。そして検出される y 座標を起点として画面上方にて初めて $R(y)$ が極小となる座標を検出することによって先行車を検出することが可能である。

【0022】図 5 はコントローラ 21 における処理の流れを示す。すなわち、まずステップ 100 において、レーダ距離計 23 から 3 つの距離測定値 L_L 、 L_C 、 L_R を取り込む。ステップ 101 で、ビデオカメラ 21 から路面画像信号を取り込む。ステップ 102 で、速度センサ 24 から自車速を取り込む。続いてステップ 103 において、上記の各検出値を画像信号とともに RAM メモリに記憶させる。RAM メモリは画像信号の走査と同期して各信号を次のフレームが来るまで保持する。

【0023】ステップ 104 において、RAM メモリ内に保持された画像信号に対し画像処理を施して、水平エッジを検出する。そしてステップ 105 で、水平エッジ画像を RAM メモリに記憶させる。これも上記と同様にフレーム毎に更新する。なお上記ステップ 103 ~ 105 はパイプライン構造を有する画像処理装置を用いることにより同時に行なうことも可能である。

【0024】続いてステップ 106 において、路面画像上でレーンマーカ検出を行なって、各レーンマーカに図 6 で示すように N_o 数を与えて、それぞれの座標位置を認識する。これには、例えば次式のような自車位置、方位と関連づけたパラメータを含む白線モデル式で路面画像におけるレーンマーカの近似を行なって認識することができる。

$$x_i = (a + ie)(y - d) + b / (y - d) + c$$

ここで、 a : 左側の白線からの距離に相当

b : 道路曲率に相当

c : 対角路ヨー角に相当

d : ビッチ角、道路とビデオカメラのなす角に相当

e : 道路幅に相当

、 i : 整数、左側から数えるレーンマーカ N_o 数

である。すなわち原画像上で、いくつかの白線候補を検出して、白線モデルとなる上式を例えば最小二乗法でカーブフィットすることによって、パラメータ $a \sim e$ を求めて、レーンマーカ N_o 数で走行レーンが認識される。

【0025】以下検出されたレーンマーカの座標位置は白線モデル表示として次の処理を説明していく。ステップ 107 において、白線モデルのパラメータ $a \sim e$ により自車のレーンマーカを検出し、そのレーンマーカ N_o が求められて、自車走行レーンを認識する。ステップ 108 で、RAM メモリに保持された水平エッジ画像上で、画面の下から一定の強度を有し、かつ道幅との比が

所定範囲内の水平エッジを車両下端候補として検出する。

【0026】これには、まず図7の(a)に示す矢印Aのように画面の下からy軸に沿って走行レーンを探索して、各水平エッジ点の個数を検出するとともに該水平エッジのy座標における道幅の画素数を検出する。次式で、水平エッジのy座標を検出する。

if $R(y) > R_t$ then $y_o = y$

ここで、 $R(y)$ は $[N_e/N_w] \times 100\%$ とし、 N_e は水平エッジ点の個数、 N_w は該水平エッジにおける*10

From $y = y_o$ to $y = y_o + \Delta y$

if $(\Delta R_1 \times \Delta R_o < 0)$ and $(\Delta R_o < 0)$ then $y_s = y_1$

$\Delta R_o = R(y_j) - R(y_{j-1})$

$\Delta R_1 = R(y_{j+1}) - R(y_j)$

ここに、 Δy は先行車下端位置検索範囲のy方向に制限を与える定数である。添え字jは3つのy座標の直前後関係を示すもので、-1は画面上で1画素下方を、+1は画面上で1画素上方をそれぞれ表わす。図8はそのy座標の検出過程を示している。すなわち、矢印Cが示す方向に評価関数 $R(y)$ の前後差に基づいて符号が変わるところでそれを最小値と認識し座標 y_s が検出される。

【0028】ステップ110において、さらに原画像上で、 y_s 座標と道幅で規定される領域内で所定濃度以下の画素が存在するかを調べる。存在するならば、次のステップへ進む。存在しないならばステップ100に戻る。これにより、車両影ではない図9の(a)、(b)のような車間距離確認用白線113、道路継ぎ目114などの誤検出を防ぐことが出来る。ステップ111において、図7の(c)のように水平エッジ画像上で矢印Bが示す方向に y_s より上方の自車走行レーン領域内で、各水平エッジの点の個数 N_e と y_s 座標における道幅の画素数 $N_w(y_s)$ との比 $N_e/N_w(y_s)$ で評価関数 $G(y)$ を作成する。なお評価関数 $G(y)$ の作成には例えば水平エッジのy座標毎に該当する道幅の画素数を計数することによって求めることができる。

【0029】ステップ112において、上記 $G(y)$ より、次式を満足する水平エッジがあるかを調べる。

$1.4/3.5 \leq G(y) \leq 2.5/3.5$

なお、2.5は大型トラックの車幅である。そして上式を満足する水平エッジの両端の座標 x_{c0} 、 x_{c1} と y_s における自車走行レーンマーカ座標 $x_0(y_s)$ 、 $x_1(y_s)$ により、次式で、その水平エッジが車線内に収まっているかを検出する。

$[x_0(y_s) < x_{c0}]$ and $[x_1(y_s) > x_{c1}]$

*道幅の画素数、 R_t は水平エッジの強度下限値を定めるしきい値である。その水平エッジの検出ができたなら、次のステップへ進む。検出ができなければステップ100に戻る。

【0027】上記車両下端候補が検出されると、ステップ109において、次式の計算を行なって、図7の(a)のように座標 y_o より画面上方から $R(y)$ が初めて極小となる座標値を検出し、その検出値 y_s を車両下端座標として認識される。

【数1】

20 1]

上記何れの条件とも満たされるなら、次のステップへ進む。満たされなかったら、ステップ100に戻る。これにより、 y_s は車両下端と認識することが出来、図10のような同じ影である跨道橋の影111、および図11のような路肩静止物の影112は車両の影と区別される。

【0030】上記の処理によって先行車が検出されると、続いて概略車間距離と自車との接近状況を検出する。ステップ113において、道路の勾配を無視して、前記白線モデルの近似によって求められたピッチ角d及び上記の y_s を用いて、次式で先行車までの概略距離を算出する。

$L_IMG = F \cdot H_0 / (y_s - d)$

ここで、Fは焦点距離に対応した定数、 H_0 はビデオカメラ取り付け高さを表わす。ステップ114で、RAMメモリからレーザレーダの3つの測定値を読み込み、上記概略距離との差の絶対値 ΔL_L 、 ΔL_C 、 ΔL_R を求める。ステップ115で、上記 $\Delta L_L \sim \Delta L_R$ 内の最小値を求め、該最小値をもたらしレーダ距離値を先行車までの距離として採用する。

【0031】ステップ116において、RAMメモリから自車速度の検出値を読み込んで、上記で得られた車間距離を時間に対し微分計算をし、その相対速度と、自車速とによって、接近し過ぎか否かの判断を行ない、もし接近し過ぎと判断されなければステップ100に戻る。接近し過ぎと判断されれば表示装置25へ警報指令を出力する。その後ステップ100に戻り上記のフローを繰り返し、連続的に検出が行なわれる。本実施例は以上のように構成され、その結果、車両の影でない車間距離確認白線や、道路継ぎ目などの水平エッジによる誤検出が

防げられるとともに、跨道橋および路肩静止物の影が先行車量の影と区別され、その誤検出も防止され、確実に先行車を検出できる。

【0032】図12は、本発明の第2の実施例として、第1の実施例で示した車両下端の検出の変形例を示す。すなわち、予めしきい値 R_t を設定し、関数 $R(y)$ をそれと比較することによって、極小値を検出する。そしてその極小値の座標を先行車下端位置として検出する。そのほかの構成は第1の実施例と同様である。

【0033】次に、本発明の第3の実施例として、第1の実施例で示した車両下端の検出の変形例を示す。本実施例では、図13で示すように原画像上で検出されたレーンマーカに平行した5つのサーチラインを作成し、サーチライン上の水平エッジ強度分布を図14のように各ラインごとに作成する。その強度に対してしきい値 e_{ht} を設けて、それ以上のピークが存在するラインを選出し、一定の個数以上存在するという条件のもと、図14の例ではそのピーク位置 $y_2 \sim y_4$ の平均値を $y_o = (y_2 + y_3 + y_4) / 3$ とすることで先行車下端候補 y_o 及び y_s を算出する。そのほかの構成は第1の実施例と同様である。

【0034】次に第4実施例として、さらに簡略化した検出方法について説明する。すなわち、過去検出された車両下端候補座標 y_o と車両下端座標 y_s 及びその差 Δy を図15のようにテーブルメモリに格納し、以後該テーブルを参照することによって、先行車下端位置を検出するものである。上記実施例では、接近警報装置を応用した例を中心に説明してきたが、これに限らず、例えば先行車に自動的に追従する自律走行車などにも応用することが可能である。

【0035】

【発明の効果】以上説明した通り、水平エッジの画像下から明→暗方向に原画像の濃度値が変化することを反映した水平エッジ強度を所定の関数 $R(y)$ で評価し、その評価結果によって先行車の下端候補とみなせる水平エッジを抽出して、該水平エッジが抽出された位置座標から上方向に初めて該水平エッジの強度の絶対値が極小となる座標位置を検出する。そして該水平エッジの座標位置から所定範囲内に所定濃度値以下の画素が有無によって、先行車の下端位置座標を検出するから、誤検出が少なく、確実に先行車が検出される。そして検出された先行車の下端位置座標から、画像の上方の所定範囲内に水平エッジが有ることによって、先行車の存在を判定するようにしたときには、先行車の検出がより確実に行なわれる。また関数 $R(y)$ は道幅に相当する画素数と、該道幅内における所定範囲内の強度を有する水平エッジ点の個数との比として設定すると、跨道橋、道路の継ぎ目などによる誤検出が防げる。さらにまた関数 $R(y)$ はレーンマーカに平行するサーチラインを画像座標系に変換したサーチライン上の水平エッジ強度の平均値で設定

するときには、検出値の信頼性が向上する。これにより、信頼性の高い先行車検出が可能となり、画像による車間距離算出をより正確に行なえる

【図面の簡単な説明】

【図1】クレームの対応図である。

【図2】クレームの対応図である。

【図3】第1の実施例の構成を示す図である。

【図4】先行車を含む路面画像及びその濃度、水平エッジ強度を示す図である。

10 【図5】コントローラにおける処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】白線モデルの説明図である。

【図7】水平エッジ画像における水平エッジと y 座標の関係及びその原画像を示す図である。

【図8】車両下影部水平エッジの検出過程を示す図である。

【図9】水平エッジの有する画像である。

【図10】影の有する画像である。

【図11】影の有する画像である。

20 【図12】車両下影部水平エッジの検出を示す図である。

【図13】サーチラインを有する路面画像である。

【図14】サーチライン上で検出した水平エッジ強度を示す図である。

【図15】テーブルメモリの例を示す図である。

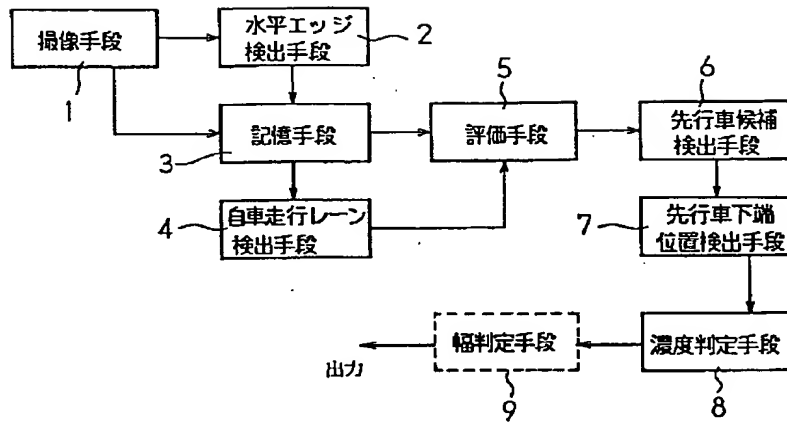
【図16】原画像とその水平エッジ画像を示す図である。

【図17】原画像とその水平エッジ強度の変化を示す図である。

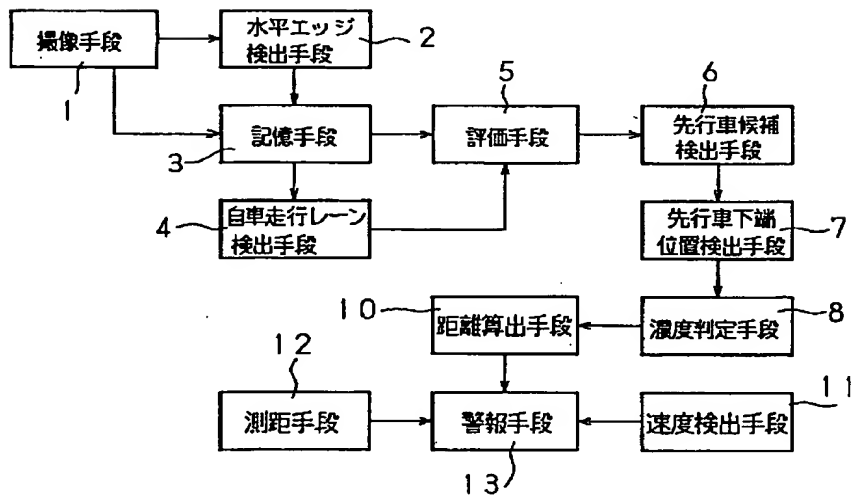
30 【符号の説明】

- | | |
|-------|-------------|
| 1 | 撮像手段 |
| 2 | 水平エッジ検出手段 |
| 3 | 記憶手段 |
| 4 | 自車走行レーン検出手段 |
| 5 | 評価手段 |
| 6 | 先行車候補検出手段 |
| 7 | 先行車下端位置検出手段 |
| 8 | 濃度判定手段 |
| 9 | 幅判定手段 |
| 40 10 | 距離算出手段 |
| 11 | 速度手段 |
| 12 | 測距手段 |
| 13 | 警報手段 |
| 20 | 自車両 |
| 21 | ビデオカメラ |
| 22 | コントローラ |
| 23 | レーザレーダ |
| 24 | 速度センサ |
| 25 | 警報表示器 |

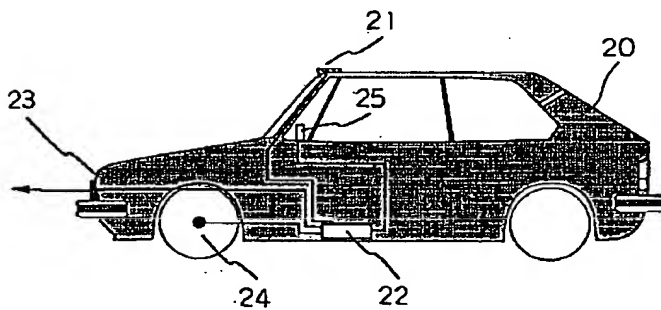
【図 1】



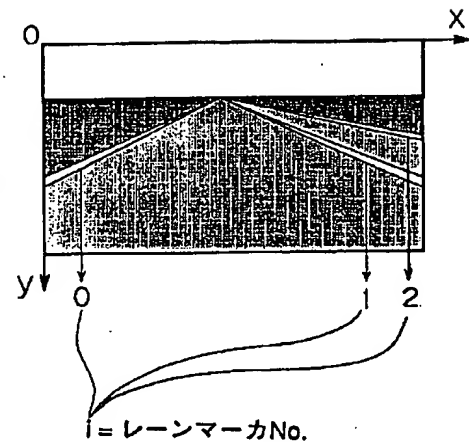
【図 2】



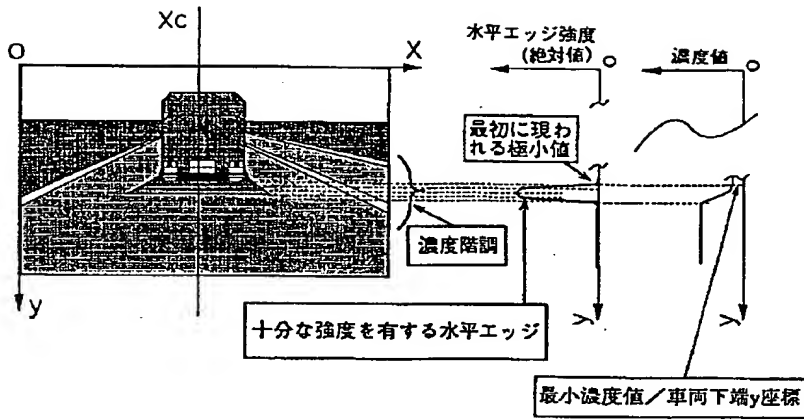
【図 3】



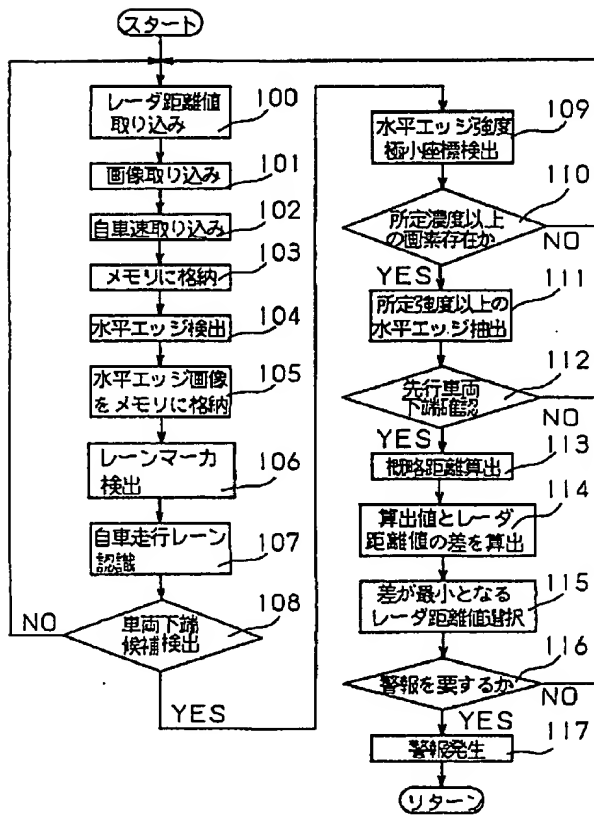
【図 6】



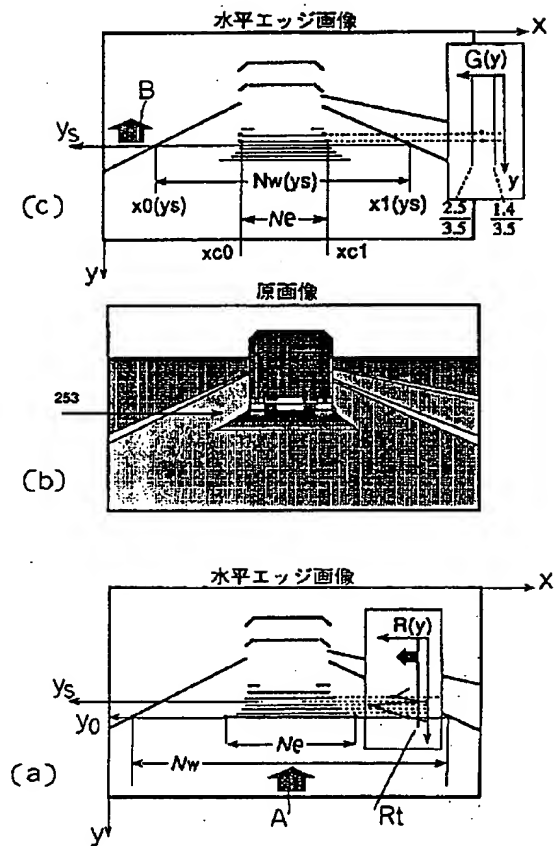
【図 4】



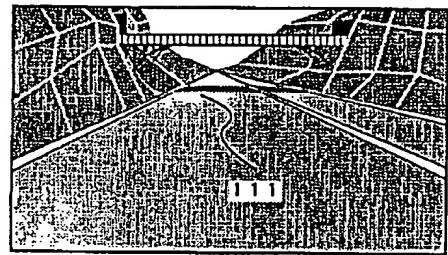
【図 5】



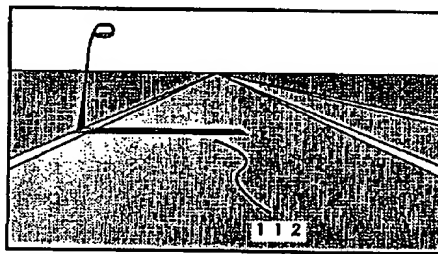
【図 7】



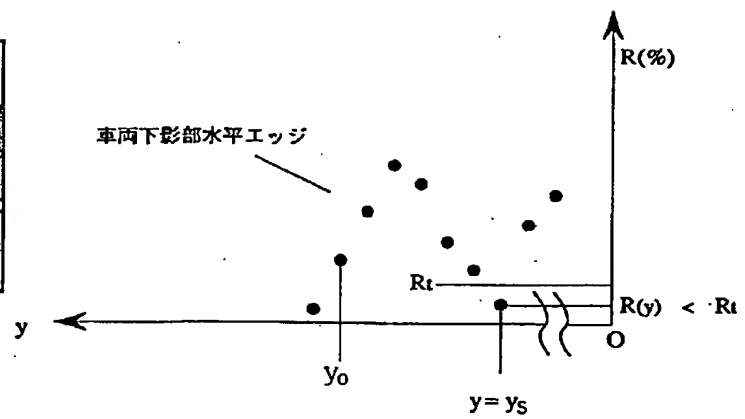
【图 10】



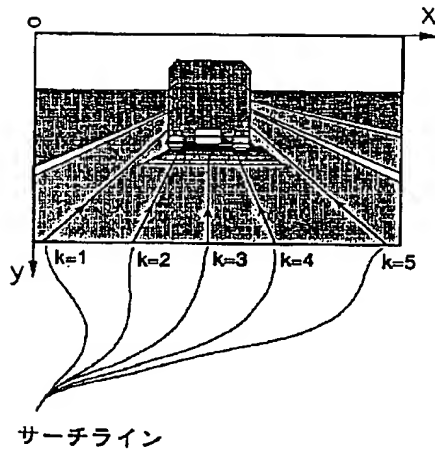
【图 1-1】



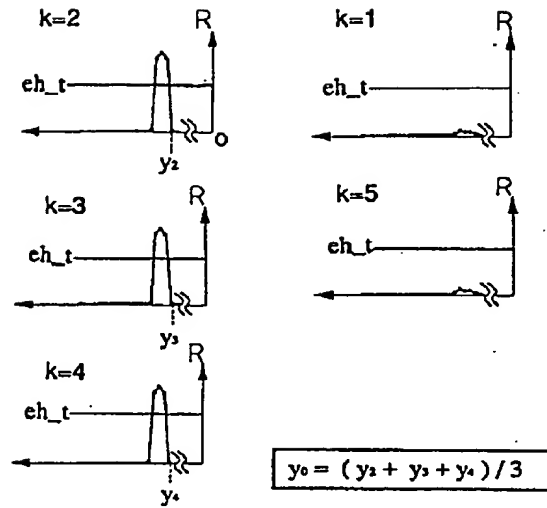
【图 12】



【図 13】



【図 14】

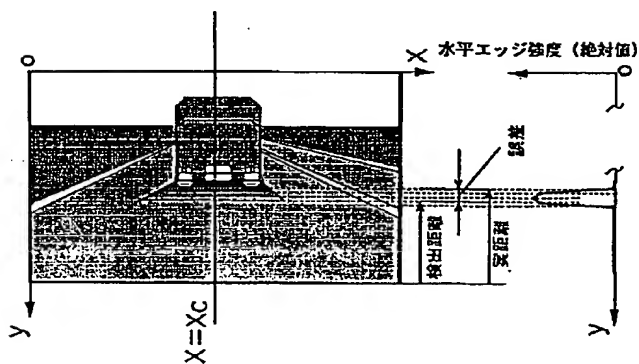


【図 15】

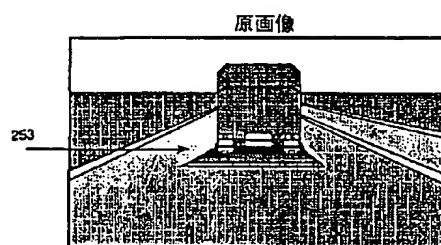
過去検出された 車両下端座標 ys	110	109	108	107
過去検出された 車両下端候補座 標y0	115	114	112	111
差Δy	5	5	4	4

80	79	78	77
82	80	79	78
2	1	1	1

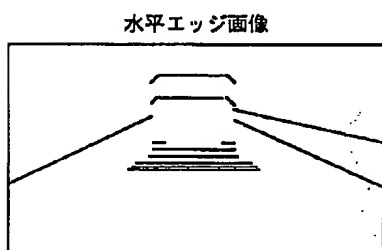
【図 17】



【図 1 6】



(a)



(b)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

G 0 6 T 9/20

G 0 8 G 1/16

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.